

非金属材料（主にガラス材）の溝加工機器の試作と加工技術の習得

第二技術室 福田 萬、安藤 誠、坂口 義輝

1. はじめに

近年、化学関係の研究・実験において数100 μ m程度の溝加工を施したマイクロガラスチップが使用されることがある。大学や研究機関等が研究・実験用としてオーダーメイドでチップを製作してもらうと、費用がかさみ納期に時間がかかることから、それぞれ独自の装置を使ってマイクロガラスチップを製作している。しかし福井大学の技術部にはそのような溝加工に関する確立した技術はない。

現在、福井大学では地域貢献策として、「公開講座」や「一日遊学」を開催している。第二技術室では「ガラス」を題材として、この企画に毎年積極的に参加している。その内容は、「溶かす」「伸ばす」「つなぐ」「曲げる」「切る」などの加工技術を用いたものである。

昨年度は、新たな加工技術を習得するため、穿孔技術に関する専門研修を、第二技術室の安藤誠、坂口義輝、瀬戸六左衛門が行った。今年度は、マイクロガラスチップに必要なガラス平板に溝加工を施すための機器を試作し、数100 μ mの溝加工技術の習得を目的として研修を行った。

2. 使用物品

本研修で使用した主な物品は以下のとおりである。

- ・ミニモハンドピース KM21 中速型 (写真1)
(回転数 1,500~15,000rpm)

※ドリル刃も使用するため中速型とした。

- ・D.C. パワーパック C101 1出力端子 (写真1)
- ・電着ダイヤモンドバー 0.5、0.3、0.2、0.1mm
- ・研削液 (水溶性)

※以上はミニター株式会社製

- ・顕微鏡 (写真2)
- ・ダイヤルゲージ (0.001mm \times 1mm) (写真2)
- ・XY ステージ、回転ステージ (写真3)
- ・スライドガラス (MATSUNANI)

S-1127 (白切放 1.1mm 厚)、S-1225 (水切放 1.3mm 厚)



写真1 ハンドピースと D.C.パワーパック

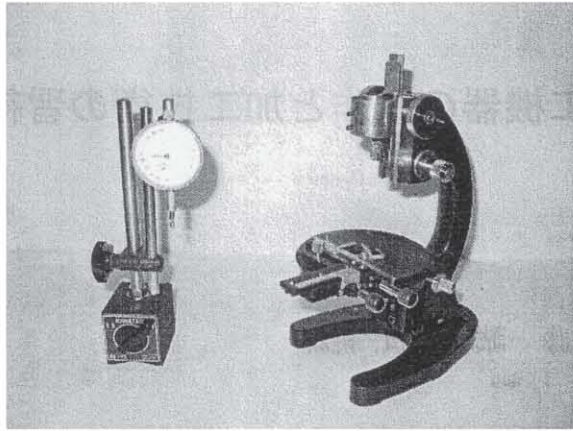


写真2 ダイアルゲージと顕微鏡

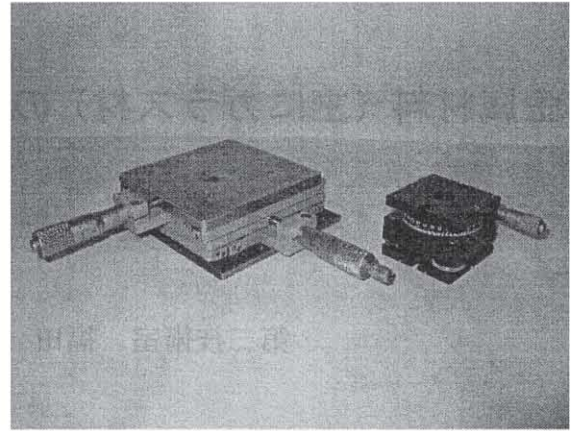


写真3 XY ステージと回転ステージ

3. 機器の試作と溝加工

顕微鏡を改造し研削用のハンドピースを写真4のように取り付け、顕微鏡用のステージを利用して溝加工を行った(写真5)。

溝加工を行うガラス板は、スライドガラスを半分に切ったもの(38mm×26mm)を用いた。まず、ガラス板をステージに設置し、ガラス板に研削液を溜めてから、電着ダイヤモンドバーの先端をガラス板に接触させた。溝深さは目標値を $40\sim 50\mu\text{m}$ とし、数回に分けて溝加工を行った。溝深さはダイヤルゲージで測定し(写真9)、最初の4回目までは1回毎の溝深さを $5\mu\text{m}$ とし、その後は $5\sim 10\mu\text{m}$ とした。電着ダイヤモンドバー0.5mm、0.3mmの送り速度は $5.0\text{mm/min}\sim 10.0\text{mm/min}$ とし、0.2mm、0.1mmの送り速度は $2.5\text{mm/min}\sim 3.5\text{mm/min}$ とした。回転数は $15,000\text{rpm}$ とした。研削液は適度にスポイドで追加し交換した。

顕微鏡用のステージを利用して溝加工を行ったが、溝深さにバラツキが生じた。改善策として XY ステージと回転ステージを組み合わせたものに変更した(写真6)。ガラス板面の水平合わせ(写真7)を正確に行えば、溝深さの誤差はかなり少なくなった。



写真4 ハンドピースの取付け



写真5 顕微鏡用のステージで溝加工

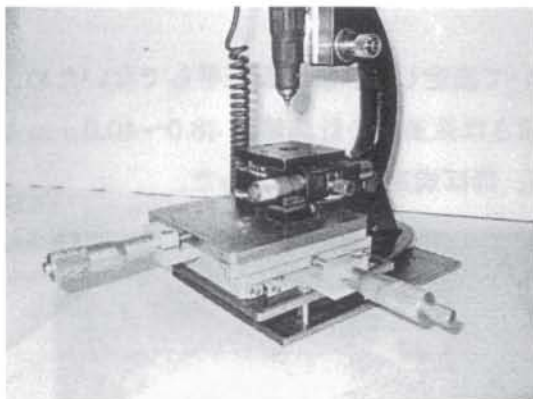


写真6 XYステージと回転ステージに変更

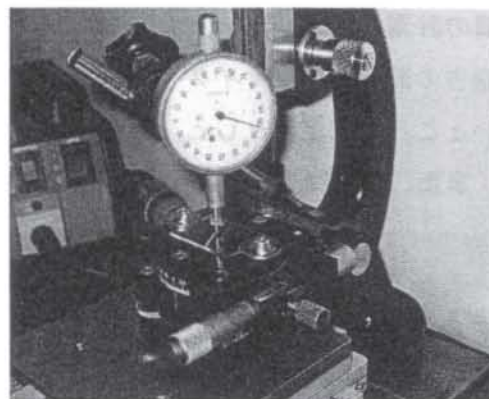


写真7 ガラス板面の水平合わせ



写真8 溝加工の開始

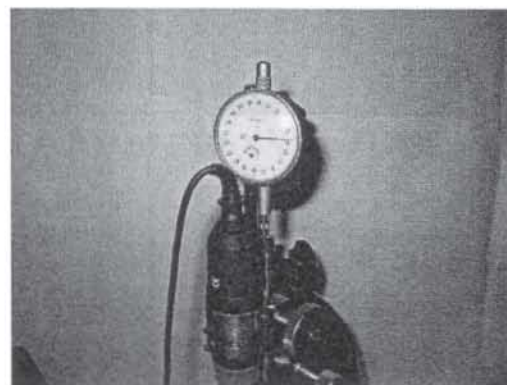
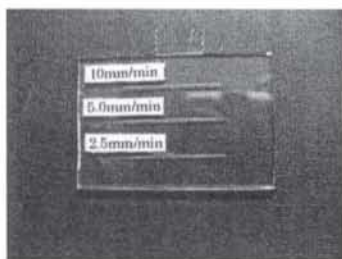


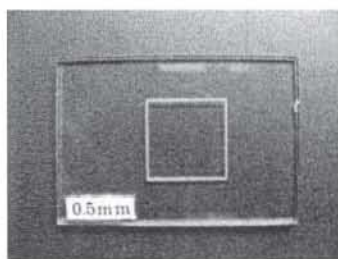
写真9 溝深さ量の計測

4. 溝加工したガラス板

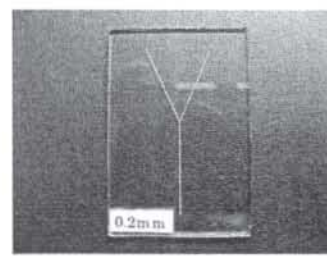
ガラス板に直線、□、Yの形状に溝加工を行った（写真 10）。直線溝加工は送り速度による仕上がりの違いを観察した（写真 11）。また、ガラス板は2種類を使用した、仕上がりに大きな違いはなかった。



直線の溝加工
S 1127



□形の溝加工
S 1225



Y形の溝加工
S 1127

写真10 溝加工形状

送り速度
10.0mm/min



5.0mm/min



2.5mm/min

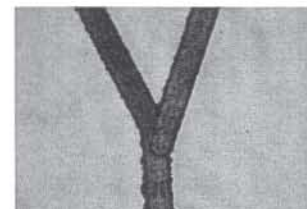
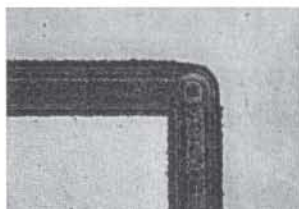


写真11 顕微鏡写真

5. 溝の計測

溝深さの計測はデジマイクロメーター（写真 12）を用いて測定した。溝底面が平らでないため、最も深いところを測定値とした。□形溝加工の場合、溝の深さは数箇所の計測値が $38.0\sim 40.0\mu\text{m}$ となった。また、溝幅は 15 倍ルーペ（写真 13）で確認したが、ほぼ規定の溝幅であった。

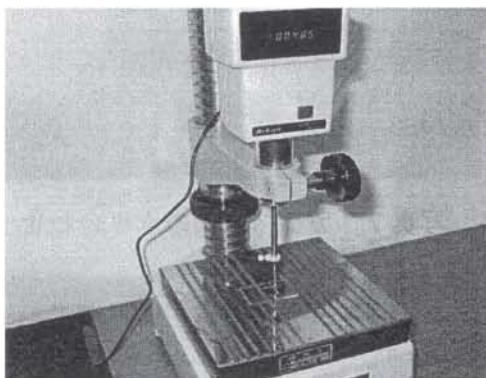


写真 12 デジマイクロメーター



写真 13 15 倍ルーペと 10、20 倍ルーペ

6. おわりに

本研修は顕微鏡にハンドピース、XYステージと回転ステージを取り付けて溝加工用の機器を試作した。ガラス板に数 $100\mu\text{m}$ 程度の溝加工を施す技術はほぼ習得できた。今回は手動送りで作業を行ったが、自動送り装置を考案すれば加工精度が高まり、複雑な形状のものができると思われる。また、 0.5mm 、 0.3mm 、 0.2mm の刃は溝加工ができたが、 0.1mm の刃は途中で破損したため、溝加工ができなかった。解決策として研削液を循環させる方法を検討する必要がある。

なお、本研修を実施するにあたり、技術部より 15 万円の予算措置を頂きました。また、機械工学科の前川紀英氏にはXYステージ、回転ステージ、顕微鏡写真等でご協力を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

“マイクロ流体チップの機械加工による製作”

自然科学研究機構、分子科学研究所 装置開発室：青木正樹、鈴木光一

“モニターを用いたマイクロリアクター製作”

大阪府立大学工学部生産技術センター

：渡辺一功